International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)
Peer-Reviewed Journal
ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O)
Vol-9, Issue-9; Sep, 2022
Journal Home Page Available: https://ijaers.com/
Article DOI: https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.99.67



Analysis of accidents caused by problems in the drainage infrastructure of highways in Brazil

Análise de acidentes causados por problemas na infraestrutura drenante das rodovias do brasil

William Wilson dos Santos, Paulo Afonso Lopes da Silva, Antônio Carlos Rodrigues Guimarães

Instituto Militar de Engenharia, Pós-Graduação Engenharia de Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.

Received: 29 Aug 2022,

Received in revised form: 18 Sep 2022,

Accepted: 25 Sep 2022,

Available online: 30 Sep 2022

***Keywords*— Infrastructure, Accidents, Drainage, Highways.**

***Palavras-Chave*— Infraestrutura, Acidentes, Drenagem, Rodovias.**

Abstract— *Every year accidents in Brazil, thousands of people suffer and good parts even lose their lives. There are many causes of accidents on highways and each year we seek to mitigate or the number of accidents. It should be noted that most of these events are also due to lack of attention on the part of drivers, however, the road infrastructure has a good share of responsibility in preventing accidents. Article, through drainage data, the importance of the accident prevention analysis system, since according to the Federal Police, many accidents are caused by the malfunction of the infrastructure. From this, the infrastructure stands out, that road safety also depends on a good drainage, as it depends on an analysis of the data, not that the infrastructure drainage is responsible for a number of accidents and deaths.*

Resumo— *Todos os anos no Brasil, milhares de pessoas sofrem acidentes e boa parte desses chegam até a perder suas vidas. Muitas são as causas de acidentes nas rodovias e a cada ano busca-se mitigar o número de acidentes. É de se notar que boa parte desses acontecimentos se dão por falta de responsabilidade ou desatenção dos condutores, porém, a infraestrutura viária também tem uma boa parcela de importância na prevenção de acidentes. Esse artigo, busca através de análise de dados, esclarecer a importância do sistema drenante na prevenção de acidentes, visto que segundo a Policia Rodoviária Federal, muitos acidentes são causados pelo mal funcionamento da infraestrutura viária. A partir disso, salienta-se, que a segurança viária também depende de uma boa infraestrutura drenante, pois ao analisar os dados, notou-se que a infraestrutura de drenagem é responsável por um número significativo de acidentes e mortes.*

I. INTRODUÇÃO

Todos os anos no Brasil milhares de pessoas perdem suas vidas, vítimas de acidentes em rodovias. Ao longo dos anos, esse problema não apenas é referente ao transporte, mas tornou-se também uma questão de saúde pública, visto que, além de mortes, tem-se um alto custo com medicamentos, internações e tratamentos quando as lesões e ferimentos são graves, decorrentes de acidentes

cotidianos. Somente em rodovias no Brasil, em 2021, mais de 71.000 morreram ou ficaram gravemente feridas em acidentes. (PRF 2022).

O número de mortes e lesões no trânsito é previsível e pode ser minimizado e evitado. Países de alta renda reduziram o nível de mortes no trânsito ao longo dos anos, mesmo com o aumento do uso de veículos. Isto é principalmente o resultado da aplicação sistemática de medidas baseadas em evidências, com eficácia comprovada, promovendo usuários e estradas mais seguras. As condições da estrada podem ser o fator mais letal em acidentes graves, à frente de excesso de velocidade, álcool ou não uso de cinto de segurança. No entanto, o papel dos fatores relacionados com a estrada tanto na causa como no resultado dos acidentes tem sido subestimado, muitas vezes porque as investigações de acidentes se concentram na causa do motorista. (ITF, 2016).

Ao fazer considerações sobre a infraestrutura da via, deve-se atentar principalmente para a drenagem, que apesar de contar por pouca tradição acerca da sua avaliação ou medida em rodovias no Brasil, é um ponto muito importante. Mattos (2009), salienta que a aderência fornecida pelo revestimento ao pneu do veículo enquanto o mesmo está em movimento, é uma característica de suma importância. Deve-se ter um bom funcionamento da camada de rolamento garantindo a segurança viária mesmo em condições adversas de dirigibilidade. Pimenta e Oliveira (2004) ressaltam a grande relevância de uma drenagem adequada e Pimenta *et al*. (2017) afirma a necessidade de cuidados especiais com o escoamento das águas superficiais em trechos em nível ou em rampas muito suaves. A segurança em pistas molhadas, segundo Bernucci *et al.* (2008) é um aspecto funcional do pavimento.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Policia Rodoviária Federal (2022) apresenta dados relativos à série histórica de acidentes no país desde o ano de 2007. Essa série evidencia que tanto o número de acidentes quanto o número de feridos e de óbitos tem caído nos últimos anos, os gráficos mostram que o número vinha crescendo entre os anos de 2007 a 2013, mas que a partir do ano de 2014 vem diminuindo até o ano de 2021. Porém, nos últimos 3 anos não se teve uma queda significativa, os números são parecidos, como demonstram os gráficos a seguir.



Fig. 1. Gráfico de acidentes

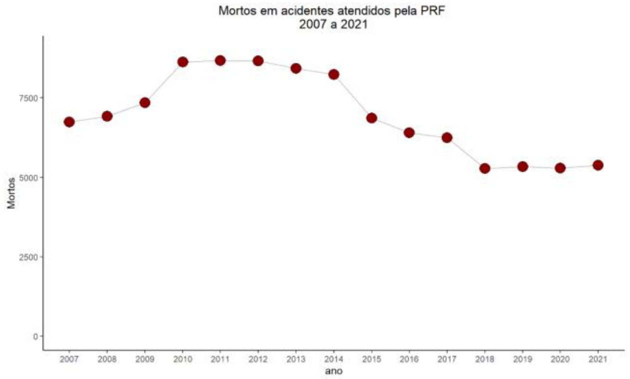


Fig. 2. Gráfico de mortes

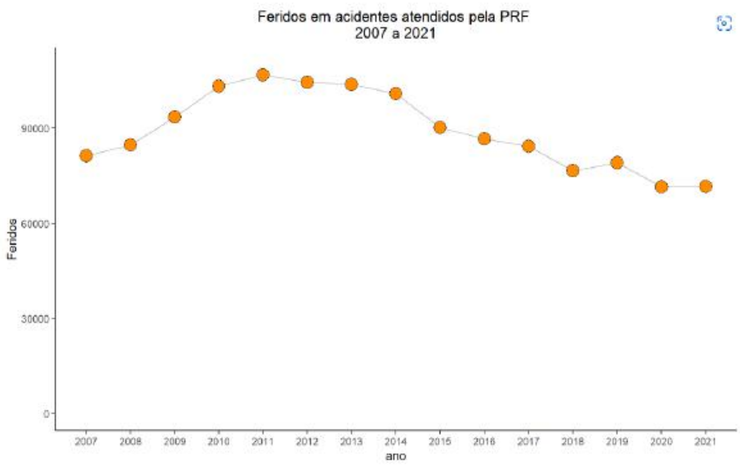


Fig. 3. Gráfico de feridos

Ao analisar os dados da série histórica da Policia Rodoviária federal (2022), nota-se que até poucos anos atrás não se salientava a importância dos elementos drenantes na causa dos acidentes. A classificação de causas de acidentes só continha os seguintes termos: Velocidade incompatível; Ultrapassagem indevida; outras; não guardar distância de segurança; Ingestão de Álcool; Falta de atenção; Dormindo; Desobediência a sinalização; Defeito na via; Defeito mecânico em veículo; Animais na pista. Nota-se que a maioria das causas elencadas estão ligadas ao condutor, há pouca diversificação no que diz respeito a rodovia. Os anuários disponíveis, desde o ano de 2007 até o ano de 2016 não são específicos nas causas quando se tem ligação com a drenagem das vias, o que dificulta mais a análise, essa especificação só começa no ano de 2017 onde o termo "pista escorregadia" é apresentado como causa. A partir do ano de 2020 tem-se uma especificação ainda mais ramificada, o que é de grande valia. Agora foram introduzidos novos termos para as causas de acidentes, dentre eles encontram-se alguns relativos a drenagem, tais como: "acumulo de água sobre o pavimento", "chuva", "pista escorregadia" e "sistema de drenagem ineficiente" o que torna melhor e valoriza esse elemento que é de grande importância para segurança e deve receber mais atenção para prevenção de acidentes.

Além das inundações e enchentes uma das maiores causas de acidentes nas rodovias decorrentes do mal funcionamento da infraestrutura drenante são os fenômenos de hidroplanagem ou aquaplanagem. Bernucci *et al.* (2008) ressalta que esse fenômeno ocorre quando há a perda de contato dos pneus do veículo com o pavimento, devido a presença de uma camada de água não rompida pelos pneus ou pela textura da pista. Quando isso ocorre, os pneus deixam de rolar sobre a superfície e há um efeito de escorregamento sobre a camada d'água. A manutenção do contato entre as superfícies e essencial, portanto, para evitar a aquaplanagem. Através desse contato pode-se garantir o atrito, que é mobilizado quando uma das superfícies está em movimento em relação a outra. Ao reduzir o atrito do pneu com o pavimento, é possível perder o controle da direção e a frenagem também fica prejudicada. A Figura 4 mostra como acontece o efeito de aquaplanagem.

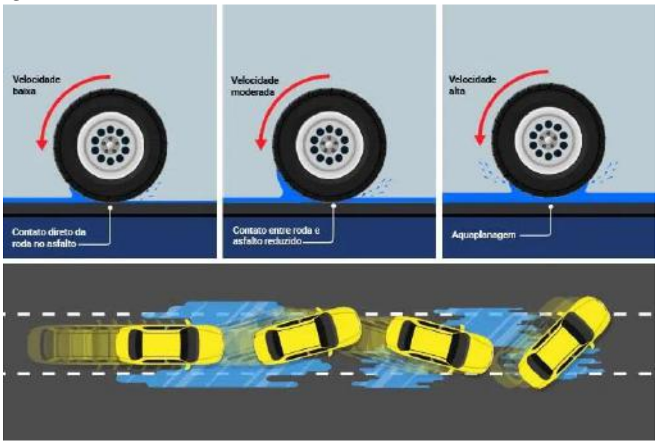


Fig. 4. Aquaplanagem (Fonte: Tecfil)

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados da PRF (2022), foi calculada a média do número total de acidentes nos últimos 5 anos chegando-se a um número 70.859 acidentes por ano nas rodovias do país. Mesmo com o advento da pandemia do Covid-19, os números de 2020 e 2021 são pouco menores que o de 2019. As Tabelas 1 e 2 mostram como se desenvolveram os números ao longo dos anos e a significância dos números decorrentes a infraestrutura drenante da via que representam em média quase 4% dos acidentes nas rodovias do país.

Tabela 1. Número total de acidentes (Fonte: PRF 2022)

Ano	Acidentes	Feridos	Mortos
2017	89.563	84.317	6.247
2018	69.295	76.647	5.271
2019	67.446	79.073	5.333
2020	63.548	71.480	5.291
2021	64.441	71.690	5.381
Média	70.859	76.641	5.505

Tabela 2. Número de acidentes Decorrentes de mal funcionamento da Infraestrutura drenante (Fonte: PRF 2022)

Ano	Acidentes decorrentes de Infraestrutura drenante	Porcentagem	Feridos	Mortos
2017	4.253	4,7%	3.697	153
2018	2.549	3,7%	2.954	106
2019	2.186	3,2%	2.759	105
2020	2.017	3,2%	2.619	106
2021	2.532	3,9%	3.232	164
Média	2.707	3,8%	3.052	127

Ao verificar os dados, a porcentagem de acidentes causados pelo mal funcionamento da estrutura de drenagem da via parece pequena, mas ao apresentar em ordem as 71 causas de acidentes nas rodovias no ano de 2021, percebemos que os acidentes devido à má drenagem ocupam a parte de cima da tabela, com acidentes decorrentes a chuva em 13º lugar, por exemplo. A tabela 3 está resumida, pois o número total de causas é 71, porém, aqui foram elencados apenas os 30 primeiros. Além disso, se somarmos as 3 causas ligadas a drenagem teríamos um número representativo que ocuparia a 9ª posição. Isso mostra como a drenagem exerce um impacto considerável na segurança e que é responsável por muitos acidentes, com números que ultrapassam muitos acidentes devido ao condutor. Logo, a infraestrutura drenante é algo que necessariamente precisa ser estudado com cada vez mais cautela.

Tabela de Frequência 3 - Causas de acidentes em ordem decrescente 2021. (Fonte: PRF 2022)

	Causa do acidente	Acidentes	Feridos	Mortos
1º	Reação tardia ou ineficiente do condutor	6.888	7.755	430
2º	Velocidade Incompatível	6.741	7.857	675
3º	Ausência de reação do condutor	5.593	5.829	451
4º	Acessar a via sem observar a presença dos outros veículos	5.193	6.181	303
5º	Condutor deixou de manter distância do veículo da frente	5.108	5.313	110
6º	Ingestão de álcool pelo condutor	4.532	3.830	216
7º	Manobra de mudança de faixa	3.710	4.465	261

8º	Demais falhas mecânicas ou elétricas	2.723	2.093	50
9º	Condutor Dormindo	2.310	2.888	227
10º	Transitar na contramão	1.776	2.348	636
11º	Desrespeitar a preferência no cruzamento	1.747	2.215	58
12º	Ultrapassagem Indevida	1.644	2.429	357
13º	**Chuva**	**1.285**	**1.663**	**91**
14º	Avarias e/ou desgaste excessivo no pneu	1.255	1.687	42
15º	Animais na Pista	1.212	1.346	57
16º	Conversão proibida	873	1.128	50
17º	Trafegar com motocicleta (ou similar) entre as faixas	818	892	45
18º	Pedestre andava na pista	701	512	311
19º	**Pista Escorregadia**	**672**	**818**	**43**
20º	Mal súbito do condutor	631	734	75
21º	Pedestre cruzava a pista fora da faixa	594	573	159
22º	Entrada inopinada do pedestre	577	488	188
23º	**Acumulo de água sobre o pavimento**	**574**	**746**	**30**
24º	Acesso irregular	546	639	37
25º	Frear bruscamente	451	485	7
26º	Transitar no acostamento	445	484	53
27º	Objeto estático sobre o leito carroçável	376	402	20
28º	Problema com o freio	359	374	40
29º	Ingestão de álcool e/ou substâncias psicoativas pelo pedestre	350	280	34
30º	Pista esburacada	346	421	16

IV. CONCLUSÃO

Fica evidente que a infraestrutura drenante é de suma importância para a segurança da via. Mesmo com um número menor de dados, comparado a outras causas relativas ao condutor, é notório que se tem um elevado número de acidentes, feridos e mortos por conta de um mal funcionamento na drenagem das rodovias do país. Além das enchentes e inundações, que acometem o brasileiro todos os anos, deve-se observar também os danos causados aos motoristas e as vítimas de acidentes, pois os números são significativos. Uma boa drenagem tem um grande impacto para a vida útil do pavimento entre outras vantagens, além disso, tratando-se de um país tropical é evidente que a segurança da estrada é totalmente afetada, logo, deve-se tratar com cada vez mais atenção os elementos de drenagem. Não apenas na sua execução, mas também nas manutenções. Uma análise mais profunda pode ser feita também em rodovias específicas, pesquisando trechos com maior incidência de acidentes relativos à segurança da via em períodos chuvosos, fazendo um levantamento de dados e de possíveis ações que previnam acidentes no trecho.

REFERÊNCIAS

[1] Polícia Rodoviária Federal. Anuário 2021. Brasília – DF, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/prf/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/anuario-2021_final.html#Acidentes_registrados_em_2021

[2] ITF, Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System, OECD Publishing, Paris, 2016.

[3] Pimenta, C. R. T.; M. P. Oliveira, *Projeto Geométrico de Rodovias.* 2ª edição. RiMa Editora, 198p, São Carlos, 2004.

[4] Pimenta, C. R. T.; I. Silva; M. P. Oliveira; P. C. L. Segantine, *Projeto Geométrico de Rodovias*. 1ª edição. Elsevier, 327p, Rio de Janeiro, 2017.

[5] Bernucci, L. B.; L. M. G. Motta; J. A. P. Ceratti; J. B. Soares, *Pavimentação asfáltica:* formação básica para

engenheiros. PETROBRÁS; ABEDA, 504 f. Rio de Janeiro, 2008.
[6] Tecfil. Aquaplanagem: entenda os seus riscos para o motorista. 2022. Disponível em: https://www.tecfil.com.br/aquaplanagem-entenda-os-seus-riscos-para-o-motorista/